

УДК 621.3

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Рожко А.С.

Научный руководитель – САПОЖНИКОВА А.Г.

Электрическая энергия как товар используется во всех сферах жизнедеятельности человека, обладает совокупностью специфических свойств и непосредственно участвует при создании других видов продукции, влияя на их качество.

Качество электроэнергии – степень соответствия параметров электрической энергии, к их установленным значениям. В свою очередь, параметр электрической энергии – величина, количественно характеризующая какое-либо свойство электрической энергии. Под параметрами электрической энергии понимают напряжение, частоту, форму кривой электрического тока.

ГОСТ 13109-99 устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии (КЭ) в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей, или приемники электрической энергии (точки общего присоединения – ТОП).

Этот ГОСТ устанавливает 11 основных показателей качества электроэнергии (ПКЭ):

- отклонение частоты δf ;
- установившееся отклонение напряжения δU_y ;
- размах изменения напряжения δU_1 ;
- дозу фликера (мерцания или колебания) P_f ;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_u ;
- коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения K_n ;
- коэффициент несимметрии напряжений обратной последовательности K_{2U} ;
- коэффициент несимметрии напряжений нулевой последовательности K_{0U} ;
- глубину и длительность провала напряжения $\delta U_n, \Delta t_n$;
- импульсное напряжение $U_{имп}$;
- коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$.

При определении значений некоторых показателей качества электрической энергии используют следующие вспомогательные параметры электрической энергии:

- частоту повторения изменений напряжения K_{2U} ;
- интервал между изменениями напряжения;
- глубину провала напряжения δU_n ;
- частота появления провалов напряжения F_n ;
- длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды $\Delta t_{имп0,5}$;

Установлены два вида норм ПКЭ: нормально допустимые и предельно допустимые. Рассмотрим некоторые показатели качества электрической энергии.

Отклонение частоты в электрической системе, характеризует разность между действительным и номинальным значениями частоты переменного тока в системе электроснабжения и определяется по формуле (1):

$$\delta f = f - f_{ном} \quad (1)$$

Частота переменного тока в электрической системе определяется скоростью вращения генераторов электростанций. Номинальное значение частоты в 50 Гц в электрической системе может быть обеспечено при условии наличия резерва активной мощности. В каждый момент времени в электрической системе должно быть обеспечено равенство между мощностью генераторов электростанций и мощностью, потребляемой нагрузкой с учетом потерь мощности на передачу в электрической сети. Ввод резервной мощности возможен в системе за счет дополнительного расхода энергоносителя турбин электростанций.

Если резерв мощности оказывается недостаточным, не реализуется или отсутствует вообще, возникновение дефицита активной мощности приводит к снижению частоты, в

результате которого снижается производительность механизмов собственных нужд тепловых электростанций и, как следствие, механическая мощность турбин и электрическая мощность генераторов.

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) предназначена для предотвращения недопустимого снижения частоты при возникновении дефицита активной мощности в энергосистеме или отдельных ее районах. Действует на отключение части менее ответственных потребителей.

Провал напряжения – внезапное значительное снижение напряжения в точке электрической сети ниже $0,9U_{ном}$, которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких десятков секунд.

Провал напряжения характеризуется глубиной (по отношению к значению напряжения в нормальном режиме) и длительностью.

Основной причиной провалов напряжения в системе электроснабжения являются короткие замыкания в отходящих от цепи питания данного узла нагрузки ответвлениях электрической сети высокого (35–220 кВ), среднего (6–10 кВ) напряжений и в сетях с напряжением до 1 кВ.

Восстановление напряжения после провала наступает благодаря действию системы автоматического повторного включения (АПВ), а при неуспешном АПВ, при длительных провалах, благодаря устройствам автоматического ввода резервного питания (АВР).

Несинусоидальность напряжения появляется потому, что в кривой напряжения, помимо гармоник основной частоты, есть гармоники других высших частот, кратных основной частоте.

Причиной возникновения несинусоидальности напряжения является наличие потребителей электроэнергии с нелинейной вольт-амперной характеристикой. Основной вклад в несинусоидальность напряжения вносят тиристорные преобразователи электрической энергии, получившие широкое распространение в промышленности.

Для снижения несинусоидального напряжения применяют оборудования, характеризующегося пониженным уровнем генерации высших гармоник, например, многофазных вентильных преобразователей. Использование фильтровых устройств: параллельных узкополосных резонансных фильтров и фильтрокомпенсирующих устройств.

Временное перенапряжение – повышение напряжения в точке электрической сети выше $1,1U_{ном}$ продолжительностью более 10 мс, возникающее в системах электроснабжения при коммутациях или коротких замыканиях.

Для устранения временных перенапряжений используется ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) – электрический аппарат, предназначенный для защиты оборудования систем электроснабжения от коммутационных и грозовых перенапряжений. ОПН также можно назвать разрядником без искровых промежутков. ОПН на сегодняшний день являются одним из эффективных средств защиты оборудования электрических сетей.

Колебания напряжения характеризуются размахом изменения напряжения, частотой повторения изменений напряжения, дозой фликера, интервалом между изменениями напряжения.

Источниками колебаний напряжения являются потребители электроэнергии с резкопеременным графиком потребления мощности, особенно реактивной. К ним относятся: дуговые сталеплавильные печи, электросварка, поршневые компрессоры и ряд других. При резком возрастании нагрузки происходит резкое увеличение потерь напряжения в ветвях сети, питающих эту нагрузку. В результате резко уменьшается напряжение на приемном узле ветви. При резком уменьшении нагрузки происходит уменьшение потерь напряжения и, следовательно, увеличение напряжения на приемном узле ветви.

Для снижения колебаний напряжения применяются электрооборудования со сниженными пусковым током и улучшенным $\cos\phi$ при пуске. Также снижают сопротивления питающего участка сети.

К основным задачам измерения и анализа показателей качества электроэнергии (ПКЭ) относятся: обнаружение помех и их оценка, регистрация измеренных числовых характеристик в целях обработки и отображения результатов, оценка измеренных значений показателей качества электроэнергии на соответствие установленным требованиям, определение источника помех, проведение коммерческих расчетов между поставщиком и потребителем электроэнергии. Для организации измерений необходимо определить вид контроля, точку осуществления измерений и виды контролируемых ПКЭ.

Литература

- 1 Карташевич, И.И. Нормирование показателей качества электрической энергии / И.И. Карташевич, А.И. Воложин. – Л. : Энергия, 2006. – 134 с.
- 2 Агунов, А.В. Управление качеством электроэнергии при несинусоидальных режимах / А.В. Агунов. – Л. : Энергия, 2009. – 320 с.